



MOF 基多级多孔材料的合成与应用

金属有机骨架材料(MOFs)因极高的多孔性,分子级别上定义明确且可裁剪的结构与组成等特性,已被公认为科学和工程领域最充满应用前景的材料之一。尽管固有的微孔赋予尺寸筛分功能和高的比表面积等,但狭窄的孔空间限制了 MOF 材料在扩散控制和大分子涉及到的应用领域应用。为进一步拓展 MOF 材料的应用领域和促进其工业化应用,MOF 孔的放大一直是 MOF 领域亟待解决的问题。

近年来,中国科学技术大学江海龙教授课题组致力于 MOF 基多级孔材料的构筑与应用,并取得了系列重要的研究进展。基于对这一领域的理解,作者将 MOF 相关的多级孔材料细分为三大类:多级孔 MOF (HP-MOF)、MOF 基多级孔复合材料 (HP-MOF 复合材料) 和 MOF 相关的多级孔衍生物 (HP-MOF 衍生物)。这三个概念的确立对扩展传统 MOF 基多级孔材料的概念与应用具有重要意义。例如,作者提出了调制剂诱导缺陷形成的策略构筑各种热和化学稳定的 HP-MOFs,其在大分子功能物种后合成包覆与催化具有独特优势 (*Angew. Chem. Int. Ed.* 2017, 56, 563-567); 作者发展了模板指引方法构筑各种空心结构的 HP-MOF 复合材料,其在多相化各种大分子均相催化剂和一锅多步串联反应具有独特的结构优势 (*Natl. Sci. Rev.* 2020, 7, 37-45); 作者开发了通用策略构筑各种三维阵列块材的 HP-MOF 衍生物,其在电催化领域具有独特的结构优势 (*Chem* 2017, 2, 791-802)。

通过一系列具体的实例作者综述了 MOF 基多级孔材料的发展历史和每种多级孔材料的典型合成策略。基于对结构和各种应用需求的理解,作者揭示了开发不同结构类型的 MOF 基多级孔材料的重要作用和必要性,并阐明了它们相对于传统 MOFs (具有单一微孔范畴的孔) 的优势。此外,不同类型的 MOF 基多级孔材料的结构优势也被详细介绍,并与传统多孔材料 (例如沸石、活性炭、介孔二氧化硅、大孔聚合物和金属氧化物等) 进行比较。基于各自的结构优势,作者进一步阐述了 MOF 基多级孔材料在不同应用领域 (催化、气体储存和分离、空气过滤、污水处理、传感和能量储存等) 的构效关系。



最近,课题组受邀通过对上述 MOF 基多级孔材料的理性构筑与应用工作进行梳理总结,并就当前该方向的挑战、机遇和未来发展方向进行了简要介绍。相关工作以“Metal-Organic Framework-Based Hierarchically Porous Materials: Synthesis and Applications”为题,发表在 *Chemical Reviews* 上 (DOI: 10.1021/acs.chemrev.1c00243)。